

## Case Studies of QoS Services

June 27, 2003

**김 학 용**

R&D Center, Corecess Inc.  
 Tel : 02-3016-6702  
 0505-425-9664  
 Mail : hykim@ieee.org  
 Web : hakyongkim.net

## Contents

1. QoS 서비스
2. QoS 서비스 구현 사례
3. QoS 프로젝트 사례
4. QoS Service를 위한 과제들
5. QoS 서비스 전망



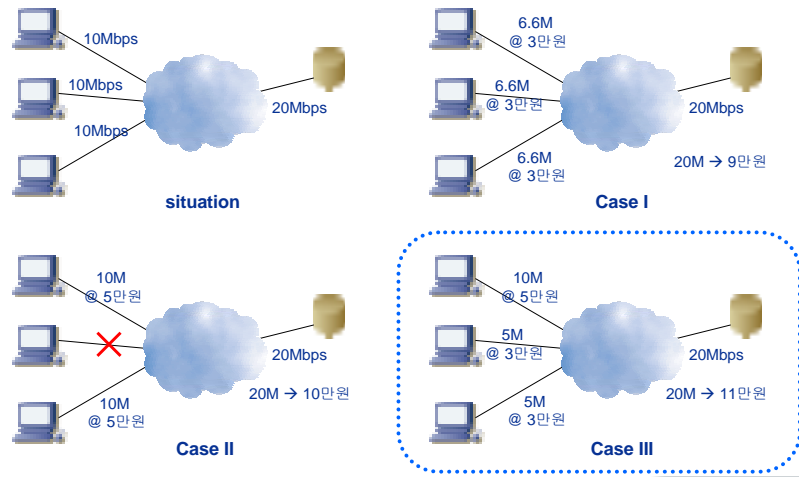
## 1. QoS Service

- ❖ QoS Service Definition
- ❖ Approaches to QoS Service
- ❖ SLA, SLS, TCA, TCS
- ❖ SLA 적용 사례

## QoS 서비스의 정의 및 필요성

- ❖ **QoS 서비스?**
  - ✓ 동일한 망을 사용해서 서로 다른 서비스 특성을 요구하는 다양한 서비스를 차별화 해서 제공하는 것
  - ✓ Making users (users' traffic) unequal and charging differently  
→ create a new revenue
- ❖ **QoS 서비스의 필요성**
  - ✓ 단일 통합 네트워크를 사용해서 여러 유형의 서비스를 제공
    - ✓ 각 서비스의 서로 다른 서비스 요구사항을 보장
  - ✓ 네트워크 과부하시 충돌 및 혼잡 문제 해결
    - ✓ 새로운 네트워크 어플리케이션은 많은 네트워크 자원을 요구
  - ✓ LAN/Campus Link과 WAN Link의 대역폭 사이의 불일치 해결
    - ✓ 제한된 WAN 대역폭에 대해 경쟁하는 트래픽의 증가
    - ✓ 20-80 법칙: 80%의 트래픽은 LAN 내에 머무르며 20% 트래픽이 WAN으로 나갈
  - ✓ 서비스 프로바이더의 관점에서 새로운 수익원 창출

## Different Views on QoS Service



## Approaches to QoS Services

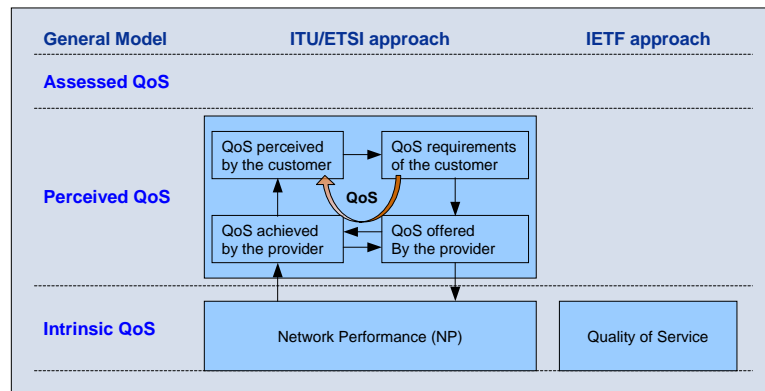
### ❖ Over-Provisioning vs. Explicit Resource Management

- ✓ Over-provisioning → Big Bandwidth
  - ✓ ex) Sprint, Time Warner Telecom
- ✓ Explicit Resource Management (Bandwidth Control)
  - Using complex QoS enabling technologies

### ❖ QoS Service Implementation

- ✓ QoS service controlled by service provider
- ✓ QoS service controlled by customer
- ✓ QoS service controlled by both of SP and customer
  - Fundamental network capability for QoS Service

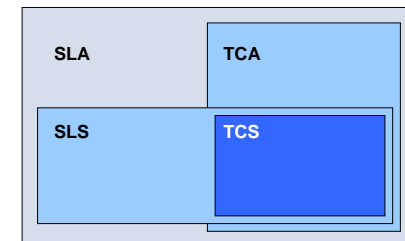
## General QoS Model



QoS Measurement and Evaluation of Telecommunications Quality of Service, By W.C. Hardy, Wiley, 2001.

## SLA, SLS, TCA, and TCS

- ❖ SLA: Service Level Agreement
- ❖ SLS: Service Level Specification
- ❖ TCA: Traffic Conditioning Agreement
- ❖ TCS: Traffic Conditioning Specification



SLA, SLS, TCA, TCS 사이의 상관 관계

## Service Level Agreement

### ❖ ITU Definition of SLA

- ✓ a negotiated agreement between a customer and the service provider on levels of service characteristics and the associated set of metrics
- ✓ The content of SLA varies depending on the service offering and includes the attributes required for the negotiated agreement
- ✓ ITU-T Rec. Y.1241, 2001.

### ❖ SLA 구성

- ✓ Service level objectives
  - ✓ QoS parameters, class of services provided, service availability and reliability, authentication issues, SLA expiry date, ...
- ✓ Service monitoring components
  - ✓ The way of measuring service quality
  - ✓ Parameters used to assess whether the service complies with the SLA
  - ✓ An agreement on form and frequency of delivering the report on service usage
- ✓ Financial compensation components
  - ✓ Billing options, penalties for breaking the contract

## Service Level Agreement

### ❖ IETF Definition of SLA

- ✓ A service contract between a customer and a service provider that specifies the forwarding service a customer should receive
- ✓ IETF RFC2475, 1998.

### ❖ SLA의 내용 및 구성

- ✓ Basic features of service
- ✓ Well-defined unambiguous criteria of assessing whether the service delivered is consistent with the contract
- ✓ Clear limits imposed on the customer
- ✓ Responsibility rules for breaking the contract by both parties
- ✓ Traffic conditioning rules

## Service Level Specification

### ❖ IETF Definition of SLS

- ✓ A set of parameters and their values which together define the service offered to a traffic
  - a set of values of network parameters related to a particular service
- ✓ IETF RFC3260, April 2002.
  - New Terminology and Clarifications for DiffServ

### ❖ IETF Draft : draft-tequila-sls-01.txt

- ✓ Service Level Specification Semantics, Parameters and Negotiation Requirements
- ✓ SLS의 기초적인 내용을 구성하는 기본적인 파라미터 셋을 규정

### ❖ SLS의 내용 및 구성

- ✓ 속도, 딜레이, 지터, 패킷 손실 등
- ✓ Availability : MTTR (Mean Time To Restore)

## Traffic Conditioning Agreement

### ❖ Definition

- ✓ An agreement specifying packet classification rules and traffic profiles as a description of the temporal properties of a traffic stream.
- ✓ IETF RFC2475, 1998.

### ❖ TCA의 내용

- ✓ Metering, marking, discarding, and shaping rules are defined.
- ✓ The treatment of out-of-profile packets
- ✓ All of the traffic conditioning rules specified within a SLA
- ✓ All of the rules implicit from the relevant service requirements and/or from a DiffServ domain's service provisioning policy

## Traffic Conditioning Specification

### ❖ Definition

- ✓ A set of parameters with assigned values that unambiguously specify a set of classifier rules and a traffic profile.
- ✓ A TCS is a technical part of a TCA.
- ✓ A TCS is also an integral part of an SLS.

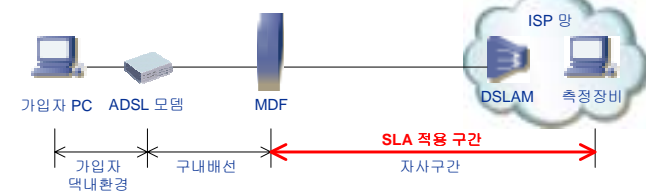
### ❖ Examples

- ✓ Policing/Shaping : CIR, PIR, CBS, PBS, EBS, MBS, ...
- ✓ RED : TH\_min, TH\_max, P\_max, weight
- ✓ WFQ : bandwidth, weight
- ✓ ...

## SLA 적용 사례 – 국내

### ❖ 국내 초고속 인터넷 사업자의 경우

- ✓ 2002년 10월부터 공식적으로 시행
  - ✓ 대부분의 ADSL 서비스 프로바이더가 동일한 규정 적용
- ✓ 서비스 상품별로 최고, 최저, 평균 속도를 약관에 명시
  - ✓ 프로/프리미엄 서비스 평균 속도 : 1 Mbps
  - ✓ 라이트/레귤러 서비스 평균 속도 : 500 Kbps
  - ✓ 최저 속도 및 적용 구간에 대해서는 논의 진행 중
- ✓ 배상 규정 및 방식
  - ✓ 30분/60분 동안 10회 속도 측정을 실시
  - ✓ 측정 회수의 60% 이상이 최저 속도에 미달할 경우 손해 배상 실시
  - ✓ 월 기본 서비스 이용료의 30%의 범위 내에서 배상



## SLA 적용 사례 – 해외

### ❖ Cogent Communications' SLA

- ✓ <http://www.cogentco.com/serviceprovider/qoselim.html>

SLA 항목	목표값
Installation Guarantee	17 days or less
Avg. US Round Trip Latency	55 msec
Network Availability	99.99%
Packet Delivery	99.9%
Proactive Outage Notification	Within 15 mins
Scheduled maintenance advance notification	48 hours

## SLA 적용 사례 – 해외

### ❖ AT&T의 SLA 사례

- ✓ Managed Data Network Service (MDNS), Service Level Agreement Enhancements
- ✓ 호주, 오스트리아, 일본, 홍콩, 싱가포르, 영국 등과 미국의 48개 주에서 시행

서비스 구분	Standard	Gold
보고서 내용	- 회선 사용 현황	- 회선 사용 현황
	- PVC 사용 현황	- PVC 사용 현황
	- PVC 가용도	- PVC 가용도
	- 패킷 전달	- 패킷 전달
	- 사이트 가용도	- 사이트 가용도
		- 네트워크 성능
		- 네트워크 신뢰도

## SLA 적용 사례 – 해외

### ❖ 일본 IJ (Internet Initiative Japan)

- ✓ 일본 최초로 SLA 적용
- ✓ SLA 항목으로 세 가지 항목 포함
  - ✓ 가용성(Availability) – 항상 인터넷 서비스가 사용 가능
  - ✓ 전달 지연 – 전국 백본을 경유하는 패킷의 RTT가 40 msec 이하
  - ✓ 정전 통보 – 네트워크 정전 발생시 30분 이내 통보

## 2. QoS 서비스 구현 사례

- ❖ QoS 서비스 현황
- ❖ QoS 서비스 적용 방식
- ❖ QoS Services – SBC, DT
- ❖ VPN Services
- ❖ TPS Services

## QoS 서비스 현황

### ❖ QoS 구조의 완성

- ✓ Integrated Service [RFC1633]
- ✓ Differentiated Service [RFC2474, RFC2475]
- ✓ IEEE 802.1p/Q

### ❖ Significant Evolution in Edge-to-Edge QoS Implementation

- ✓ To realize true QoS, its architecture must be applied End-to-End !!!
- ✓ MPLS-DiffServ Architecture
  - ✓ IETF RFC3270

## QoS 서비스 적용 방식

### ❖ QoS 서비스 적용 방식

- ✓ 2~4주 정도 고객의 트래픽을 모니터링
- ✓ 고객의 트래픽을 다수의 클래스로 분류
- ✓ Mission-critical/business-critical 서비스에 대해서는 항상 보장되도록 대역폭을 할당

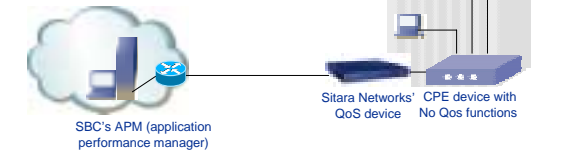
### ❖ 서비스 클래스의 개수: 일반적으로 4 개가 최적

- ✓ Low Latency and Low Jitter Class
- ✓ Low Latency Class
- ✓ Low Loss Class
- ✓ Best-Effort Class

## SBC's QoS Service

### ❖ SBC's QoS Service

- ✓ August 2002
- ✓ CPE-based QoS solution
- ✓ APM is interoperable with MPLS in order to deliver end-to-end QoS



### ❖ Service Classes

- ✓ Business Critical
- ✓ Business Important
- ✓ Best Effort

## DT's QoS Service

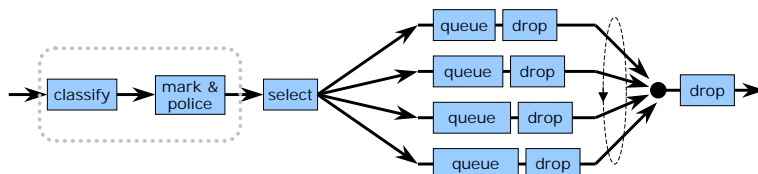
### ❖ Deutsche Telekom's QoS Service

- ✓ 2002년 Q1에 시작
- ✓ DiffServ 기반



### ❖ Service Classes

- ✓ Premium Voice : Real-time delay and jitter → Voice
- ✓ Premium I : Loss sensitive
- ✓ Premium II : Delay sensitive
- ✓ Standard : Price efficient → Best effort



DT's QoS Service Implementation Model

## VPN Service – AT&T

### ❖ AT&T's IP VPN QoS Service

- ✓ 2001년 9월 NetWorld+Interop 전시회에서 IP VPN 서비스 발표
- ✓ 2002년 6월 Australia에서 MPLS 기반 IP VPN 서비스 발표



### ❖ 서비스 클래스 – DiffServ에 바탕

- ✓ Real-Time
  - ✓ VoIP, Video Conferencing
- ✓ High Priority
  - ✓ Mission-critical application: Enterprise Resource Planning Package
- ✓ Medium
  - ✓ Human Resource Web Site, Enterprise E-mail
- ✓ Low Priority
  - ✓ Internet Browsing

## VPN Service – Infonet

### ❖ Infonet's IP VPN QoS Service

- ✓ IP VPN 서비스는 10여년간 실시
- ✓ 2002년 9월 MPLS 기반 VPN 개시
  - ✓ 코어 네트워크에는 MPLS 사용
  - ✓ 패킷 마킹을 위해서는 DiffServ를 사용
- ✓ 67 POPs in USA and 77 POPs abroad

### ❖ 서비스 클래스

- ✓ IP/RealTime
  - ✓ Voice and Video applications
- ✓ IP/Interactive
  - ✓ Mission-critical applications such as CRM and ERP
- ✓ IP/LAN2LAN
  - ✓ Less-delay-sensitive applications
- ✓ IP/Access
  - ✓ File transfer, e-mail, web browsing

## VPN Services in Korea

### ❖ IP VPN

- ✓ KT, DACOM, Hanaro,
  - ✓ L2TP/IPSec for security
  - ✓ Leased line or xDSL line

### ❖ Only 2 Service Providers provide MPLS VPN

- ✓ KT
  - ✓ Started from 2001 (KT ENTUM)
  - ✓ Separated MPLS VPN Network
  - ✓ MPLS BGP VPN
- ✓ DACOM
  - ✓ Started from 2001 (BORA-MVP)
  - ✓ Separated MPLS VPN Network
  - ✓ MPLS BGP VPN

## TPS 서비스 – Yahoo BB

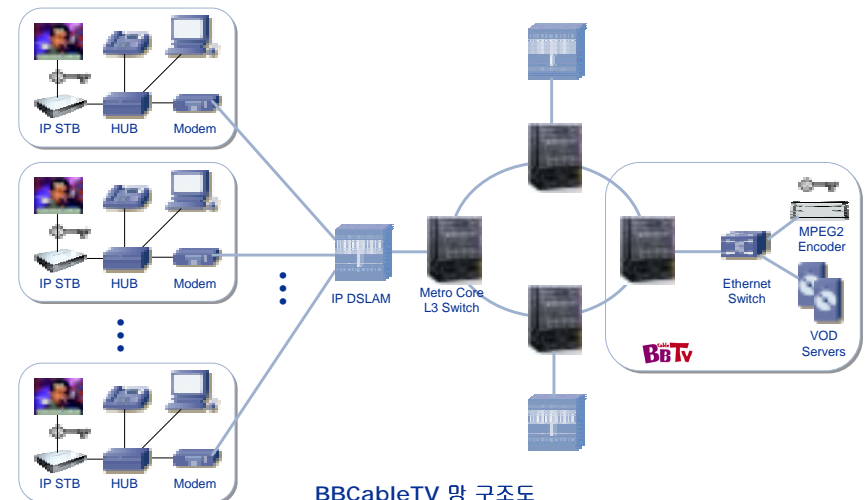
### ❖ TPS Service

- ✓ Voice, Video, Data의 세 가지 서로 다른 특성의 서비스를 각 서비스 특성을 유지하며 하나의 망을 통해 제공

### ❖ IP TV/VoD Service based on Metro Ethernet

- ✓ BBPhone
  - ✓ VoIP 서비스 제공
- ✓ BBCableTV
  - ✓ 2003년 3월 12일 서비스 개시
  - ✓ Softbank의 메트로 이더넷 백본과 IP ADSL 회선 이용
  - ✓ 방송과 VoD 서비스 제공
  - ✓ 19 Basic channels + 3 Premium channels
- ✓ ADSL Internet Access
  - ✓ 2001년 9월

## BBCableTV



BBCableTV 망 구조도

### 3. QoS 프로젝트 사례

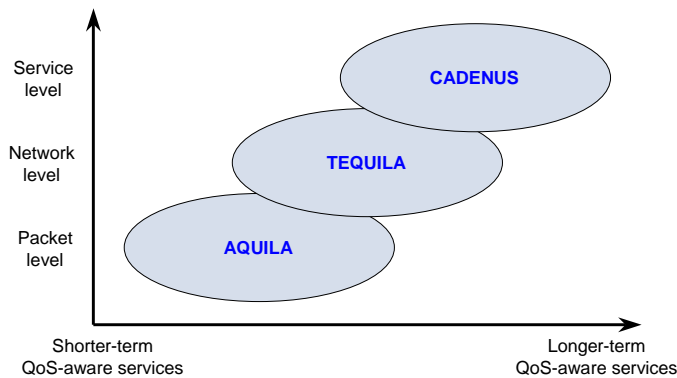
- ❖ Premium IP Project
- ❖ GÉANT
- ❖ JANET

### IST's Premium IP Projects

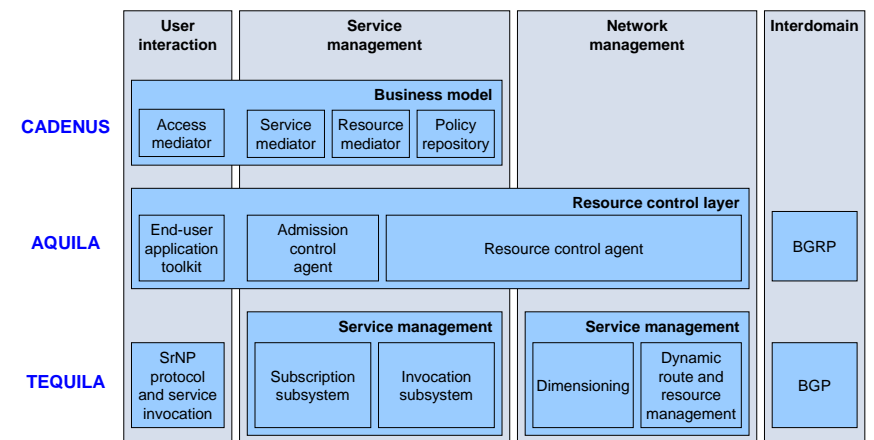
- ❖ **Funded by European Commission**
  - ✓ In the Framework of the IST research program
    - ✓ The EU IST Program, <http://www.cordis.lu/ist>
  - ✓ Composed of CADENUS, TEQUILA, and AQUILA (and MESCAL)
- ❖ **Overview**
  - ✓ **WHY:** To create and offer advanced QoS-aware flexible services
  - ✓ **HOW:** By automating all layers involved in QoS provisioning and management
  - ✓ **RANGE**
    - ✓ Service definition, creation, configuration, and management
    - ✓ Dynamic service invocation
    - ✓ Traffic engineering
    - ✓ Resource management
    - ✓ Forwarding differentiation
    - ✓ Monitoring (Measurement)
    - ✓ Management
    - ✓ Inter-domain QoS provisioning

### European Projects for IP QoS

- ❖ **EU has funded 3 research projects in the context of the IST framework program**



QoS focus of the AQUILA, TEQUILA, and CADENUS projects



Architectural view of the AQUILA, TEQUILA, and CADENUS projects



# GÉANT Project

## ❖ GEANT

- ✓ 2001년 12월 1일부터 4년짜리 프로젝트로 시작
- ✓ pan-European research network인 TEN-155의 차세대 네트워크
- ✓ 30여 유럽 국가의 3000여 연구 및 교육 기관이 참여
- ✓ DiffServ-based Model

## ❖ Service Classes

- ✓ Premium IP – DSCP of 46 (101110)
  - ✓ Follow the model defined by the SEQUIN project
    - ✓ end-to-end service
  - ✓ Provides a strong guarantee to an IP flow
  - ✓ Provides an upper-bounded one-way delay and instantaneous Packet Delay Variation, losses close to zero and guaranteed bandwidth
- ✓ DWS – DSCP of 32 (100000)
- ✓ Best Effort – DSCP of 0 (000000)
- ✓ Less than Best Effort – DSCP of 8 (001000)

# GÉANT Project

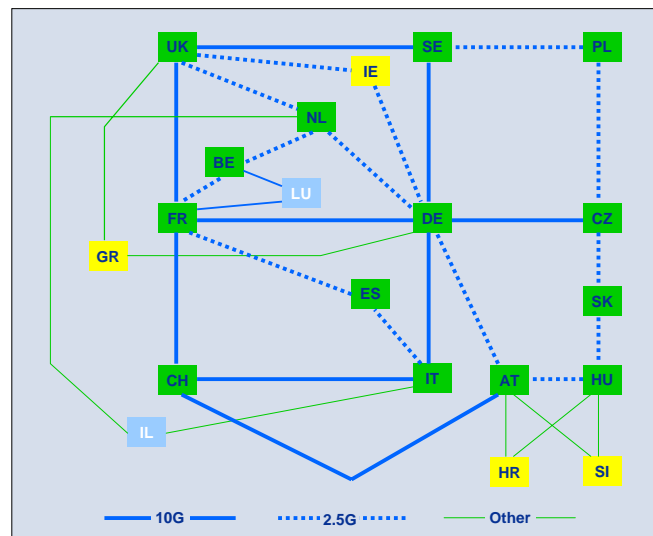
Service	DSCP value	TOS value	Juniper Alias	ToS in HD	DSCP-TOS Binary
Premium IP	46	184	ef	B8	101110 – 101110xx
Less than BE	8	32	cs1	20	001000 – 001000xx
DWS	32	128	cs4	80	100000 – 100000xx
Network Ctrl	48	192	cs6	C0	110000 – 110000xx
Network Ctrl 2	56	224	cs7	E0	111000 – 111000xx

서비스 클래스에 대한 DSCP 및 ToS 값

Service	Incoming DSCP value	New value (rewritten)
Authorized Premium IP	46	46/drop (*)
Un-authorized Premium IP	46	0/5 (**)
DWS	32	0
Less than Best Effort	8	8
Network Control	48/56	48
Best Effort	Other values	Unchanged

Packet remarking rule

# GÉANT QoS Deployment Status



# JANET QoS Project

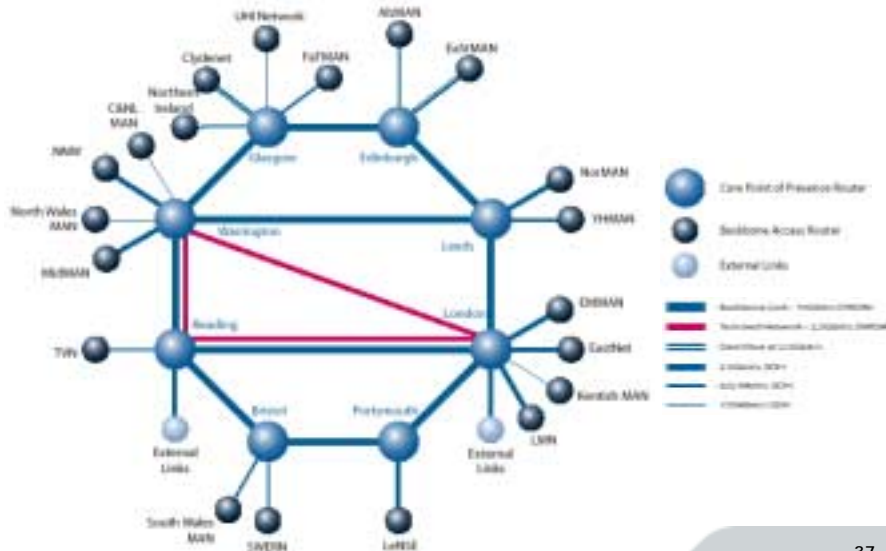
## ❖ JANET

- ✓ a private, government funded network for research and education.
- ✓ UKERNA offers the full range of user services over JANET.
- ✓ SLA: <http://www.jisc-tau.ac.uk/sla/ukerna/sla02-03/intro.html>
- ✓ DiffServ architecture is recommended for QoS provisioning.
- ✓ QoS Service Development: ~ End of 2003

## ❖ Proposed JANET QoS Service Class

서비스 클래스	특성 및 대상 어플리케이션	DiffServ 클래스	CoS	대역폭
Premium	Time-sensitive applications	EF (101110)	5	5%
IP +	Streaming video / interactive applications	AF		5%
Best Effort	Service currently provided on JANET	DSCP 0 (000000)	0	89%
LBE	Lower-priority, non-critical traffic	DSCP 8 (001000)	1	1%

## JANET Backbone Schematic



37

## QoS 서비스 구현 사례가 적은 이유

- ❖ QoS 서비스는 인터넷의 기본 원칙을 위반
  - ✓ QoS guarantee requires per-flow states in routers
    - 인터넷의 단순성, 일반성, 강인성(robustness), 그리고 확장성이 무너짐
- ❖ 인터넷이 아직까지 예측 불가능함
  - 언제 어떤 치명적인 손해를 입을지 모름
- ❖ QoS 서비스로 인한 특별한 득이 없음
  - ✓ 서비스 프로바이더: 기존 전화 사업과의 상관 관계
  - ✓ 사용자: 어플리케이션을 사용해서 트래픽을 제어하는 것보다 대역폭을 증가시키는 것이 훨씬 쉽다고 판단
- ❖ 구체적인 구현 사례의 부재
  - ✓ There should be a business case that clearly shows the financial rationale.
  - ✓ Plans of Ethernet service deployment after Q3 2003.
  - ✓ 외국에서는 아직까지 56K 모뎀을 사용하는 경우가 다반사

KRNet 2003

38

- ❖ QoS 서비스 구현의 어려움
  - ✓ 각 기능별로는 완벽하게 구현되나 여러 기능이 혼합되는 경우 복잡해짐
- ❖ 서비스 및 서비스 클래스의 정의가 어렵다!
  - ✓ QoS 서비스의 효과(Effect)로 정의할 것인가? 아니면
  - ✓ QoS 메커니즘(Mechanism)으로 정의할 것인가?
  - ✓ SPs and Customers care about Effect rather than Mechanism
    - Need to pick a service model
    - Customers can observe service attributes
    - SP want to write Service contract and charge money
- ❖ 서로 다른 SP나 NP 사이의 일관된 원칙이 부재 → Interoperability
  - ✓ 공통적이거나 일반적인 QoS 적용 방식의 부재
  - ✓ Network operators, Service providers, Content suppliers들 사이에서 공통된 전략/원칙을 찾아내기가 어려움 → Inter-Provider SLA Assurance
  - ✓ TIPHON의 Working Group 5에서 다중 SP 도메인에서 E2E QoS 제공에 관한 기술 및 메커니즘 연구 중 (2002년 7월 현재)

KRNet 2003

39

## 4. QoS Service를 위한 과제들

- ❖ Issues of QoS Service Deployment
- ❖ Number of Service Classes
- ❖ Possible Challenges

40

## Issues of QoS Service Deployment

### ❖ Service Definition and SLA

- ✓ How to define services?
- ✓ How to reflect technical and standardization aspects?
- ✓ draft-tequila-sls-01.txt (work in progress)

### ❖ Dynamic Service Creation and Service Configuration

- ✓ Automatic mapping of services defined in an abstract way into the configuration of network devices

### ❖ Traffic Engineering

- ✓ Mapping of DiffServ over a MPLS backbone  
→ by MPLS WG and TE WG

### ❖ Dynamic Service Invocation

- ✓ Static association of QoS resources to service classes  
→ Dynamic service association
- ✓ Requires dynamic controlling and user controllability

## Issues of QoS Service Deployment

### ❖ Monitoring

- ✓ IPPM (IP Performance Metrics) WG is developing a set of standard metrics that can be applied to the **quality, performance, and reliability** of Internet data delivery services.
- ✓ <http://www.ietf.org/html.charters/ippm-charter.html>

### ❖ Inter-Domain/Inter-Provider QoS Aspects

## Number of Service Classes

### ❖ How Many Service Classes? : Tradeoff among ...

- ✓ Finer description of QoS services
- ✓ Granularity of QoS metrics
- ✓ System or operational complexity

### ❖ Definition of Classes' QoS Metric

- ✓ Loosely defined "good service" → Controlled
- ✓ Tight bound on E2E queueing delay → Guaranteed
- ✓ Difficulties in obtaining quantitative E2E QoS requirements

## Possible Challenges

### ❖ How to Control? → QoS Signaling

### ❖ How to Measure? → End-to-End monitoring

- ✓ Jitter measurement tools are not available
- ✓ Extension of ITU-T I.356, I.610

### ❖ How to Manage?

- ✓ End-user controllability and its range

### ❖ How to Charge/Bill?

- ✓ Tariffing rule and billing rule

## QoS Signaling

### ❖ Where?

- ✓ End-to-End
- ✓ End-to-Edge
- ✓ End-to-Proxy
- ✓ Edge-to-Edge
- ✓ Etc

### ❖ IETF Next Steps in Signaling Working Group (NSIS WG)

- ✓ draft-ietf-nsis-req-04.txt, Aug. 2002, work in progress.
  - ✓ Signaling requirement
  - ✓ Analysis of existing signaling protocols
  - ✓ Next step QoS signaling
  - ✓ Framework signaling architecture

## 5. QoS 서비스 전망



## QoS 서비스 전망

### ❖ Who Knows?

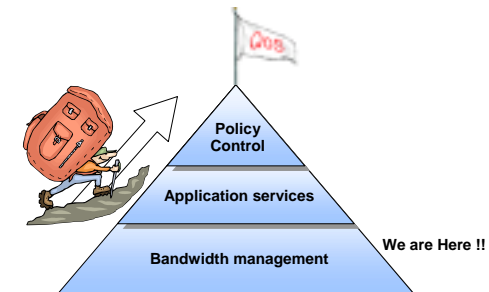
### ❖ QoS 서비스의 미래는?

- ✓ QoS 서비스에 대한 수요가 불확실
  - ✓ QoS 서비스로 인한 이득을 분명히 해 줌으로써 해결
- ✓ QoS 서비스의 구현 문제
- ✓ Killer Application의 보편화
  - ✓ Video Service
  - ✓ Broadcasting Service
  - ✓ 기업 PLM (PDM) 데이터에 대한 우선순위
- ✓ 기업들이 네트워크에 대한 지출을 줄이거나 본격적으로 bandwidth-intensive 어플리케이션을 사용하게 되면 QoS 서비스에 대해 재고
- ✓ QoS 서비스에 대한 개념의 보편화로 인한 서비스 확대
  - FedEx의 사례 재현: 추가 비용으로 전달되는 제품의 안전 및 전달 시간의 보장
- ✓ QoS 서비스를 경험한 사람들에 의한 서비스 확산
  - xDSL 같은 고급 서비스를 사용해 본 사람은 그 서비스에 대한 유인으로 작용
  - 홍보의 문제: 새로운 서비스를 경험할 수 있는 기회 마련

## QoS 서비스 전망

### ❖ Possible Trends

- ✓ 대역폭 관리 → 어플리케이션 서비스 → 폴리시 제어
- ✓ 서비스 클래스의 정의
  - ✓ 클래스의 개수: 소수의 서비스 클래스 → 다수의 서비스 클래스
  - ✓ 클래스의 적용: 모든 사용자에 공통된 클래스 적용 → 각 가입자별 클래스 적용
  - ✓ 클래스의 구분: 트래픽 유형에 따라 구분 → 트래픽 및 사용자 유형에 따라 구분
- ✓ ISP가 Contents Provider에 대해 QoS 개념 적용
  - 비용을 많이 낸 업체의 콘텐츠를 높은 우선순위로 처리 및 전송



## Conclusions

### ❖ QoS 서비스는 허들 경기와 같다.

- 하나의 장애물을 넘어서면 또 다른 장애물이 있다.
- 그러나, 결국은 결승지점에 도달하게 된다.
- 그렇다면, 지금은 어느 정도 위치에 있나?

### ❖ DiffServ, VPN, TPS, ...

- ✓ MPLS QoS
- ✓ Multicast/Broadcast
- ✓ Wireless QoS



### ❖ Challenges for QoS Services

- ✓ Service and SLA definition
- ✓ Number of Service Classes
- ✓ Charging
- ✓ Interoperation among different ISPs

# Thank You!

## YOUR SUCCESS IS CORECESS

[www.CORECESS.com](http://www.CORECESS.com)

**Hakyong KIM**

[www.hakyongkim.net](http://www.hakyongkim.net)

[hykim@ieee.org](mailto:hykim@ieee.org) or [hykim@corecess.com](mailto:hykim@corecess.com)

0505-425-9664, 0505-254-1434

